

УДК 681.315

Р. Н. Кветный, д. т. н., проф.; Ю. В. Поремский, к. т. н.; Р. Г. Лыга**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АУДИО- И ВИДЕОПОТОКОВ ДАННЫХ**

В работе проведен анализ функциональных возможностей современного программного обеспечения для обработки аудио- и видеопотоков данных, определены основные преимущества и недостатки каждого из них. Представлены рекомендации относительно целесообразности применения рассмотренных продуктов для решения отдельного набора задач.

Ключевые слова: аудио- и видеопотоки данных, сжатие, кодирование, декодирование, компенсация движения изображения, макроблоки.

Цель исследования

Целью исследований, которые описываются в статье, является анализ основных функциональных характеристик современных программных средств для обработки аудио- и видеoinформационных потоков и определение основных преимуществ и недостатков каждого продукта по отношению к другим.

Постановка задачи

Одной из наиболее прогрессирующих областей информационных технологий является направление обработки аудио- и видеoinформации. Существует определенный набор программного обеспечения, которое реализует алгоритмы обработки данных информационных потоков. Некоторые из них ориентированы на ограниченное пространство выполнения задач, другие же позволяют использовать больший спектр возможностей для решения поставленных задач, но требуют больших материальных затрат и мощных ресурсов вычислительной техники.

Следует отметить, что не существует универсального программного обеспечения для выполнения полного спектра возможных задач при обработке аудио- и видеoinформации. Поэтому, как следствие, довольно часто возникает проблема выбора конкретного программного продукта для решения поставленной специфической задачи [1].

Анализ современного программного обеспечения для обработки аудио- и видеoinформационных потоков

В процессе исследования данного вопроса нет смысла оценивать функциональные возможности каждого из существующих программных средств для работы с мультимедийной информацией, ведь их существует очень большое количество. Кроме того, подавляющее большинство из них является, в той или иной мере, модификацией предыдущих разработок. Поэтому, довольно важным в рассмотрении данного вопроса является формирование репрезентативной выборки из списка существующего программного обеспечения.

В результате проведенной работы были определены такие примеры программных продуктов для работы с аудио- и видеопотоками данных:

Sony Vegas – это цифровая система нелинейного видео- и аудиомонтажа, которая предлагает неограниченное число видео- и аудиодорожек, каждая из которых имеет свою пару (A / B) дорожек. Эта система поддерживает многоканальный ввод-вывод в режиме полного дуплекса (для вывода сигнала можно задействовать 26 физических выходов с независимой шиной микширования на каждом), синхронизацию с помощью MIDI Time Code

и MIDI Clock, 24 / 32-разрядный звук с частотой дискретизации 192 кГц. Для обработки звука в реальном времени можно установить в разрыв каждой дорожки четырехполосный параметрический эквалайзер и компрессор, а также использовать 32 ссылки на модуле подключения формата Direct [2]. Инструменты, которые используются в 'Vegas Pro', дают возможность редактирования и обработки в реальном времени форматов DV, AVCHD, HDV, SD/HD-SDI и XDCAM™, точного корректирования аудио, создания объемного звука и двухслойных DVD. Также есть возможность создания стандартных DVD со сложным видео, субтитрами, многоязычным меню и добавления комментариев. Кроме того, программа поддерживает и такие функции как работа с двумя процессорами и двумя мониторами. Также среди преимуществ Sony Vegas следует отметить достаточно удобный и гибкий интерфейс. Относительно недостатков, то наблюдается полное отсутствие модулей, которые подключают (plug-in) сторонних производителей, медленный просчет в сравнении с другими видеоредакторами, отсутствие литературы и довольно высокая цена коммерческой версии.

Пакет Corel Digital Studio поддерживает публикацию проектов с помощью электронной почты, фото- и видеосайтов, а также социальных сетей. Кроме того, он поддерживает публикацию результатов работы на мобильных устройствах.

В состав пакета входит следующий набор утилит: PaintShop Photo Express – программа для редактирования фотографий; VideoStudio Express – простой видеоредактор; DVD Factory – утилита для записи DVD-дисков; WinDVD – известный проигрыватель цифрового видео.

Для быстрого доступа к инструментам пакета можно использовать специальный гаджет, который автоматически запускается вместе с Windows. Он выглядит как небольшое окно со ссылками на все утилиты Digital Studio 2010, которое постоянно находится на рабочем столе.

Corel Digital Studio характеризуется целостностью всех компонентов и простым интерфейсом с минимумом функций.

Среди недостатков важно отметить сравнительно невысокую скорость работы данного программного обеспечения и ограниченность функций редактирования видео как для такого массивного программного продукта, который включает в себя лишь конвертирование и возможность обрезки.

Пакет Camtasia Studio предлагает пользователю все необходимое для удобной записи на компьютер того, что происходит на экране, голосовых комментариев и видеопотока из web-камеры, обеспечивая создание наглядных видеоучебников, презентаций и рекламных показов для доставки через Интернет или на компакт-дисках.

Готовый материал можно записать на компакт-диск, опубликовать в Интернете, сохранить в корпоративной сети Интранет, а благодаря поддержке формата Flash и форматов для записи на компакт-диски, созданные с помощью пакета Camtasia Studio видеоматериалы можно сделать доступными для любого пользователя.

Кроме того, приложенная к Camtasia Studio надстройка для пакета PowerPoint позволяет записывать информацию в презентации PowerPoint, чтобы зрители могли увидеть в первоначальном виде пропущенное или просто то, что заинтересовало их выступление. Одним нажатием мыши можно записать все звуки, изображение из web-камеры, анимацию и движение изображения. Дальше пользователь может отредактировать и обменяться видеоматериалом в каждом из популярных форматов видео, чтобы любой зритель мог посмотреть подготовленный материал.

Среди отрицательных факторов следует отметить довольно высокую цену продукта, что делает целесообразным использование данной программы лишь для профессиональной работы. Также Camtasia Studio не является оптимизированным программным пакетом для воспроизведения видео, т. е. качество воспроизведения оставляет желать лучшего по сравнению со специализированными инструментами.

ImTOO Video Editor – соединяет, обрезает и разделяет разные типы видеофайлов. Программа поддерживает 3GPP и 3GPP2, AVI, файлы Macromedia Flash, QuickTime, MPEG4,

RAW h264, файлы Windows Media и MPEG. Утилиту просто установить и использовать. При запуске приоткрывается окно приложения с тремя кнопками. В зависимости от выполняемой задачи необходимо нажать на одну из них: Join (Соединить), Split (Разбить), Cut (Обрезать).

При слиянии двух или больше видеофайлов нужно выбрать файлы (или папку, где они находятся), исходный формат, метод сжатия, число кадров в секунду, битрейт и папку для сохранения результата. Потом нажать на кнопку Join.

Когда возникают задачи разбивки ролика, после указания источника и папки для исходных файлов нужно настроить параметры процесса. Разделить файл можно вручную, указав оценки на временной шкале, или автоматически – на сегменты, части одинакового размера или части, равные по времени.

Обрезать файл еще проще: следует выбрать источник и папку для результата, а потом указать границы обрезки на тайм-линии.

Преимущества: перед выполнением любой операции доступен предварительный просмотр файла во встроенном плеере; при слиянии файлов разных типов можно указать формат результата; по окончании процесса утилита автоматически выключит компьютер, обратит его в спящий режим или ждущий режим, или просто завершит свою работу.

Следует также отметить, что ImTOO Video Editor вопреки всем своим преимуществам является лишь утилитой для слияния, разбивки и обрезки видеофайлов и ее недостаточно для качественного и профессионального видеомонтажа.

Sony Sound Forge – аудиоредактор, в состав которого входит набор утилит, предназначенных для работы со звуком. С помощью данной программы можно эффективно обрабатывать звуковые композиции, накладывать множество эффектов, осуществлять точную и быструю запись, кодировать данные, конвертировать звуковые файлы в разные форматы [3].

Это одна из самых популярных и действительно полезных программ, предназначенных для обработки аудио на профессиональном уровне. С ее помощью можно обрабатывать аудиосигнал, изменяя его до неузнаваемости, или же редактировать неудачно записанную партию какого-нибудь музыкального инструмента. Sony Sound Forge успешно объединяет в себе практически полный набор современных звуковых эффектов и мощные средства редактирования звуков для последующего их использования. Sony Sound Forge – один из лидеров среди звуковых редакторов. Мощные функции редактирования, возможность встраивать и подключать любые модули, которые поддерживают технологии Direct, удобный интерфейс. Sound Forge уже давно является отраслевым стандартом и широко используется профессионалами для редактирования, записи аудиоматериалов и создания мультимедийного информационного наполнения.

Преимущества: простой и удобный интерфейс, качественное графическое представление волновой формы в процессе редактирования и воспроизведения, поддержка частоты дискретизации до 192 кгц и разрядности до 32 бит, импорт и экспорт файлов разных форматов, больше 35 алгоритмов обработки, возможность управления большинством функций с MIDI контролеров, SMPTE- и MTC-синхронизация с другими программами или периферией, неограниченное количество отмены операций.

Недостатки: неудобства обработки сигнала в реальном времени, не всегда эффективный алгоритм работы с жестким диском, отсутствие нормальных средств для записи CD, отсутствие встроенных средств шумопоглощения и пакетной обработки файлов.

Программа VirtualDub дает возможность выполнять множество разных задач из разных областей.

Типичные задачи, успешно решаемые с помощью VirtualDub, включают: перекодировку видеофайлов с одного формата в другой; применение фильтров (очищение от шумов, стабилизация дрожания, изменение размеров и т. п.); резание / склейку файлов без перекодировки, замену или добавление звуковых дорожек; захват видео из аналоговых

источников; покадровый просмотр, анализ качества изображения, сохранение отдельных кадров в файл (скриншоты); пакетную обработку множества файлов.

Важным плюсом является и то, что VirtualDub занимает на диске всего 1 – 2 мегабайта, не требует установки, распространяется свободно. Кстати, последнее обстоятельство привело к тому, что кроме самого VirtualDub, существует еще ряд его модификаций (VirtualDubMod, VirtualDub-MPEG2 и т. д.), которые отличаются дополнительными возможностями [4].

Недостатками можно считать ограниченный список функциональных возможностей работы с видеофайлами и отсутствие ярких эффектов для обработки видео.

FFDShow – медиа-декодер, обычно используемый для быстрого и высокоточного декодирования видеопотока в MPEG-4 ASP (т. е. кодированного с помощью Div, Xvid или FFmpeg MPEG-4) и AVC (H.264) форматов, также поддерживает множество других видео- и аудиоформатов. Является свободным программным обеспечением, которое выпускают под лицензией GPL, работает под Windows как фильтр DirectShow.

Fdshow имеет поддержку субтитров, которую можно включить, возможность выбрать набор используемых кодеков, снятие снимков экрана, контроль с помощью клавиатуры, контроль расширения изображений и яркости, набор фильтров постпроцессинга картинки, возможность подключения плагинов видеообработки и фильтров DScaler. Имеет возможность использования интегрированных аудиофильтров, эквалайзера, микшера, декодера Dolby, DSP плагинов Winamp и др. Ряд элементов постпроцессинга взяты из плеера MPlayer и фильтров AviSynth.

Ffdshow использует библиотеку libavcodec и ряд других, свободных и открытых (open source) пакетов декодирования видеораспространенных форматов, таких как MPEG-4 (включая кодированные с помощью Xvid, 3ivx, всех версий Div), H.263 и VP6, H.264/AVC, WMV. Ffdshow также декодирует аудиопоток в MP3, AAC, Dolby AC3, WMA и Vorbis форматы.

Фильтры постпроцессинга ffdshow используются в видеоредакторах VirtualDub и AviSynth путем настраивания VFW. Кроме того в данных редакторах ffdshow может быть использован также для кодирования видеопотока совместимого с MPEG-4, с кодеками Xvid, Div, и x264, а также и видео без потери качества и ряд других форматов, поддерживаемых базовой библиотекой libavcodec.

На данный момент реализована поддержка видеоформатов: H.264/AVC, XVID, Div 4/5/6, MPEG 4, Div3, MP41, MP42, MP43, H.263, FLV1, Theora, VP3, VP5, VP6, VP6F, MPEG1, MPEG2, WMV1, WMV2, WMV3, VC-1, WMVP, MSS1/2, H.261, Huffyuv, MJPEG, SVQ1, SVQ3, QTRLE, 8BPS, QRPZA, FFV1, DV, CamStudio, CorePNG, LOCO, MSZH, Techsmith, ZLib, ZMBV, AutoDesk RLE, Cinepack, Indeo, MS Video 1, MS Video RLE, QPEG, Real Video и ряд других.

Из недостатков ffdshow следует отметить фактическое отсутствие поддержки многопоточности. Ведь два процессора он задействовать пока не может. Хотя работа над этим и идет, до мультипроцессорного релиза очень и очень далеко. Пока же многопоточность работает только частично – в фильтре resize, кодерах MPEG4/MPEG2/MPEG1 (через libavcodec), Xvi и x264.

И еще один важный момент, который нужно учитывать – в состав ffdshow не входят "сплиттеры", которые, в частности, обеспечивают разделение контейнеров типа MKV, OGM и MP4 на видео, звук и субтитры.

MAGIC Movie Edit Pro 14 PLUS 7.5.2.1 – профессиональный нелинейный видеоредактор, который имеет инструменты для захвата аналогового и цифрового видео из любого источника (камера, TV, VHS, Internet), а также функции виртуального видеоманитрона. В составе программы есть большие библиотеки звуковых и видеоэффектов, присутствует возможность создания субтитров.

Основные возможности: программируемый таймер для записи телевизионных программ, нелинейное редактирование и восстановление видео в режиме реального времени,

корректирование цвета, фокуса, контраста и мерцания, стабилизатор изображения (устранение дрожания), реставрация аудио (удаление шумов и оптимизация звука), качественный масштабируемый предварительный просмотр, 70 видео, фото и цветовых эффектов, 170 3D-эффектов, 45 профессиональных эффектов для дублирования звука, обрезка видео, создание и использование собственных эффектов, создание субтитров, запись на VCD, SVCD, DVD, mini DVD (поддержка записи на нескольких дисках).

Еще одна особенность – при создании нового проекта, предыдущий просмотр каждого нового фильма сохраняется в нижней панели. Таким образом, пользователь имеет возможность работать с несколькими фильмами одновременно. При нажатии на кнопку Import File программа спрашивает, нужно ли ей присоединить новый клип к выделенному проекту или создать новый проект. Но, к сожалению, функция Import File не дает возможности посмотреть все импортированные файлы.

POP FLV Jukebox – программное обеспечение, которое позволяет конвертировать видеофайлы и DVD-видео в формат FLV, который предназначен для трансляции видео в Интернете. POP FLV Jukebox поддерживает большинство видеоформатов, включая AVI, MPEG, WMV, ASF, MOV, QT, DAT (VCD), MP4, VOB (DVD), 3GP и RM/RMVB. При этом программа имеет широкие возможности, которые позволяют полностью настраивать характеристики конвертируемого видео. С помощью POP FLV Jukebox можно разделить видеофайлы или DVD на отдельные клипы в формате FLV, установив начало и конец отрезков. Программа имеет простой и понятный интерфейс, очень простая в использовании, а также может делать пакетное конвертирование файлов [5].

Canopus EDIUS Pro позволяет видеомонтажерам работать в реальном времени, микшировать разные форматы HD / SD, включая HD, HDV, DV, MPEG-2, lossless и несжатое видео. Применяя качественную технологию транскодирования, EDIUS Pro преобразует видео в реальном времени в разрешениях HD и SD, используя разные соотношения сторон и частоту кадров. EDIUS Pro также обеспечивает воспроизведение и вывод в DV всех эффектов, переходов и титров, а также может экспортировать проекты в любой формат, включая DVD-Video. Такие новые возможности как поддержка функции multicam, редактирование нескольких частей в пределах одного проекта, улучшенный инструмент обрезки (trimming tool) и возможность работы с наиболее важными кадрами при коррекции цветов, превращают EDIUS Pro в гибкое решение нелинейного монтажа.

Canopus EDIUS Pro довольно быстрый, но для монтажа, документального фильма он мало пригоден, как и для монтажа фильмов и видеофрагментов, которые планируют использовать в сети Интернет, компьютерных играх и разных мультимедийных учебных курсах.

Pinnacle Studio объединяет простой и интуитивно понятный интерфейс с профессиональными возможностями, такими как замедление и ускорение, создание собственного музыкального сопровождения, больше 100 переходов, включая трехмерные эффекты Hollywood FX, коррекцию цвета, управление яркостью и контрастом. Это программное обеспечение дает возможность работать с уже имеющимся Firewire контролером, web-камерой или картой захвата, осуществляя импорт видео, его редактирование и добавление специальных эффектов. Что касается захвата видео, то здесь есть одно неопровержимое преимущество. Чаще всего софт от Pinnacle Systems продается в комплекте с платами захвата. То есть, пользователю предоставляется программно-аппаратный комплекс по работе с видео. Поэтому если у вас есть плата захвата от Pinnacle, то вы сможете захватывать видео практически из любых источников. HD-видеокамер становится все больше, и нужно отметить, что Pinnacle Studio поддерживает видео высокой четкости, но, по обыкновению, не сразу – необходимо активизировать модуль работы по HD за дополнительную плату (приблизительно 40\$). Инструментарий всегда под рукой, все расположено именно там, где ожидаешь увидеть, что значительно ускоряет процесс создания фильма. К сожалению, в распоряжении пользователя всего четыре дорожки, больше треков прибавить нельзя. Располагаются они крайне нелогично. Например, дорожка для наложения

титров находится под дорожкой видео, что неудобно для восприятия. Эту программу очень любят начинающие пользователи, в частности, из-за наличия в ней значительного количества разных эффектов и переходов. Однако надо помнить о том, что за цену приблизительно 100\$, вы получаете "голую" программу с неактивированными эффектами. То есть все эти "украшения" придется покупать отдельно. Студия из коробки сама по себе не может практически ничего. Дополнительные затраты пойдут на использование звука в формате MP3, на работу с любыми файлами формата MPEG, на эффекты и переходы и другое. Следует отметить, что чаще всего такие "мелочи" уже входят в стоимость многих других программ для видеомонтажа.

Wondershare Video Converter Platinum – видеоконвертер, который преобразовывает разнообразные видеофайлы в большинство популярных форматов, чтобы дать возможность пользователям проигрывать видео на разнообразных плеерах, например, на iPod, iPhone, Apple TV, Zune, PSP, Pocket PC, Creative Zen, PS3, Xbox 360, Archos и др. Это также HD видеоконвертер и AVCHD видеоконвертер, который конвертирует HD видео и AVCHD видео в формат avi, конвертирует m2ts в avi, mts в avi, ts в mp4 без потери качества. Wondershare Video Converter Platinum состоит из двух взаимозависимых программ – DVD Ripper Platinum и Video Converter Platinum.

Основные возможности: конвертация в разнообразные видеоформаты, включая MP4, MOV, 3GP, AVI, WMV, MKV, RM, MPEG-1, MPEG-2, FLV, ASF; конвертация HD видео и AVCHD видео (m2ts, mts, ts, trp, trp etc) в такие форматы как avi, mp4, flv; конвертация видео в SWF, DV (digital video format), AU, AIFF, FLAC; возможность извлечения аудиодорожки с видеофайлов форматов M4A, WMA, WAV, MP3, AAC и AC3; позволяет обрезать видео, добавлять разные эффекты, редактировать водные знаки и добавлять субтитры; два окна предыдущего просмотра позволяют вам контролировать все процессы; встроенный инструмент для передачи файлов между компьютером и iPod/PSP; автоматическое обновление новыми версиями. Wondershare Video Converter Platinum имеет встроенные инструменты синхронизации видеокolleкций с Sony PSP и iPod Video.

Недостатки: не имеет поддержки многоканального звука и относительно высокая цена как для представленного спектра возможностей.

Решение задачи обработки данных в формате Mpeg 4 part 10 (H.264)

H.264 – стандарт (формализованная совокупность алгоритмов) сжатия видеоданных, принятый Международной организацией по стандартизации (ISO). Также известен как MPEG-4 part 10 и AVC (Advanced Video Coding).

В сравнении с MPEG2 (DVD-Video) и MPEG4 ASP (Div, Xvi), сжатие H.264 существенно эффективней, что обеспечивает лучшее качество изображения и меньший объем файла. H.264 принят как стандарт для сжатия видео высокой четкости (HD, HDTV), распространяемого на оптических носителях нового поколения – Blu-ray и HD DVD, используется в мобильных устройствах, поддерживается в Apple QuickTime, распространяется в системах цифрового телевидения, видеоконференцсвязи и видеонаблюдения [6]. H.264 является гибридным стандартом блочного кодирования видеоданных с использованием компенсации движения. Компенсация основана на использовании векторов перемещения областей кадра для прогнозирования изменений в изображении. Поскольку для видеоизображений характерна высокая степень корреляции между двумя последовательными кадрами, есть возможность использования этого для кодирования не изображения в целом, а лишь векторов перемещения разных частей изображения. Кодировается при этом прогнозируемая разность между текущим кадром и его областями, которые присутствуют на других кадрах в смещенном относительно оригинального положении. Эта техника называется "промежуточное предсказание" [7].

Стандартом H.264 предполагается разбиение изображения на макроблоки размером до 16x16 пикселей каждый. Макроблоки объединяются в группы (одну или несколько). Таким

образом, отдельное изображение может быть закодировано как одна или несколько групп. Использование группирования макроблоков позволяет применять разные методы коррекции ошибок, разные типы кодирования макроблоков, а также такие инструменты как раздельное кодирование полукадров.

В цветных видеоизображениях кодирование яркостной составляющей происходит отдельно от цветовой. Учитывая особенности человеческого зрения, при этом, как правило, используется дискретизация цветового сигнала относительно яркостного [8].

Данный стандарт реализован с помощью вышеописанного ffdshow.

Выводы

Спектр задач, которые могут выполнять современные программные средства для работы с аудио- и видеоматериалами, сегодня может удовлетворить как профессионала в данной сфере, так и начинающего. Что касается каждого продукта отдельно, ни один из них нельзя считать совершенным, учитывая такие критерии, как: цена, функциональные возможности, скорость работы, затраты ресурсов компьютера и качество полученного результата.

Для выполнения задач, связанных только с редактированием мультимедийной информации, следует использовать бесплатные утилиты, которые дают возможность сэкономить время и не требуют мощных ресурсов вычислительной техники. При таких условиях помогут такие программные средства как ImTOO Video Editor и VirtualDub, правда, от них не следует ожидать решения более сложных задач. Для конвертации лучше использовать специализированные программные продукты, которые поддерживают большое количество форматов и предоставляют возможность их быстрого конвертирования, например, Ffdshow, имеющий ряд преимуществ над другими программными средствами для решения данного набора задач. Тем не менее следует отметить, что довольно хорошо себя проявил в этой области и POP FLV Jukebox. Для профессионального монтажа существует очень большой выбор программных продуктов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки: довольно большие затраты времени для обработки информации (Corel Digital Studio), относительно невысокое качество изображения (Camtasia Studio) и много других факторов. При выборе такого программного обеспечения следует обратить внимание на удобство работы, цену, ведь она не всегда отвечает качеству, как например в случае с Pinnacle Studio, и на спектр функциональных возможностей каждого продукта, действительно ли достаточно его для получения качественного результата. Также важным фактором для создания профессионального аудио и видео является экономность программного обеспечения относительно ресурсов компьютера, что сказывается и на затратах времени при выполнении операций.

Учитывая проведенный анализ программного обеспечения для обработки видео- и аудиоданных можно прийти к выводу, что для повышения быстродействия и качественной обработки видео с минимумом затрат является целесообразным использование набора нескольких программных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Столяров А. М. Уроки по видеомонтажу / А. М. Столяров, Е. С. Столяров. – М.: НТ Пресс, 2007. – 256 с.
2. Буковецкая О. А. Видео на вашем компьютере / О. А. Буковецкая. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 240 с.
3. Выбегалов А. А. Видеомонтаж на ПК. / А. А. Выбегалов. – М.: Аквариум, 2005. – 128 с.
4. Ломакин П. А. Системы домашнего видеомонтажа на персональном компьютере. / П. А. Ломакин. – М.: Майор, 2004. – 223 с.
5. Ривкин М. Ю. Видеомонтаж на домашнем компьютере: подробное иллюстрированное руководство. / М. Ю. Ривкин – М.: Лучшие книги, 2005. – 208 с.
6. Володин А. А. Обработка видео в системах телевизионного наблюдения. / А. А. Володин, В. Г. Митько, Е. Н. Спинко. – М.: Мир, 2002. – 237 с.
7. Гук И. Особенности сжатия видеоданных по рекомендации H.264/MPEG 4 Part 10 / И. Гук // Компоненты и технологии. – 2006. – №2. – С. 11 – 20.

8. Татарников О. Системы нелинейного монтажа / О. Татарников // КомпьютерПресс. – 2001. – №4. – С.84 – 87.

Кветный Роман Наумович – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой автоматики и информационно-измерительной техники.

Поремский Юрий Витальевич – к. т. н., старший преподаватель кафедры компьютерных наук.

Лыга Роман Григорьевич – магистрант, кафедра автоматики и информационно-измерительной техники.

Винницкий национальный технический университет.